

화학공장 동파관련 사고사례

본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있으며, 금번 발생한 사고사례는 동종재해 예방을 위하여 적시에 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

원유정제과정 등유 누출에 의한 화재사고

< 사고개요 >

2016년 1월 울산광역시 소재 ○○○○사업장의 Condensate 원유 분리탑(Condensate Fractionator)에서 등유 스트리퍼(Kerosene Stripper)로 연결되는 배관(12인치)의 드레인(Drain) 배관 투시경(Sight Glass)에서 고온(218 ℃)의 등유(Kerosene)가 누출되어 화재가 발생하였으며, 자체 소방대원 2명이 초기 진화 중 소화호스 관창에 의해 얼굴 타박상을 입은 사고임.



그림-1. CCTV 영상 자료(최초 점화)



그림-2. CCTV 영상 자료(화재 확산)

1 사고발생설과정

- Condensate 원유를 증류하여 Naphtha, 등유, 경유 등을 생산하는 공정으로 원유 분리탑(T-41101)에서 Fuel Gas, Naphtha, 등유, Gas Oil 등으로 분리되며, 등유 스트리퍼(T-41103)는 등유의 인화점 조정을 위한 스팀 스트리핑(Steam Stripping)을 실시하는 설비임.

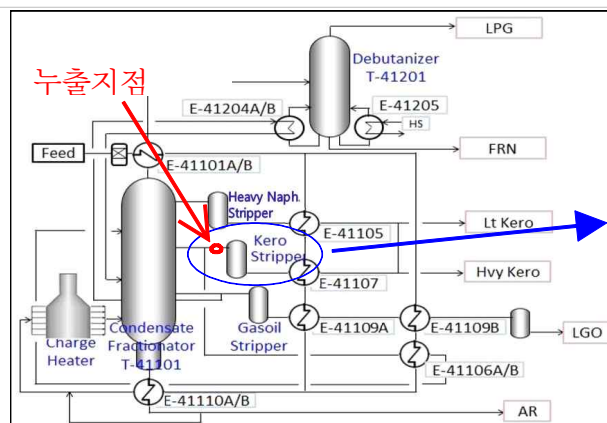


그림-3. 사고발생과정

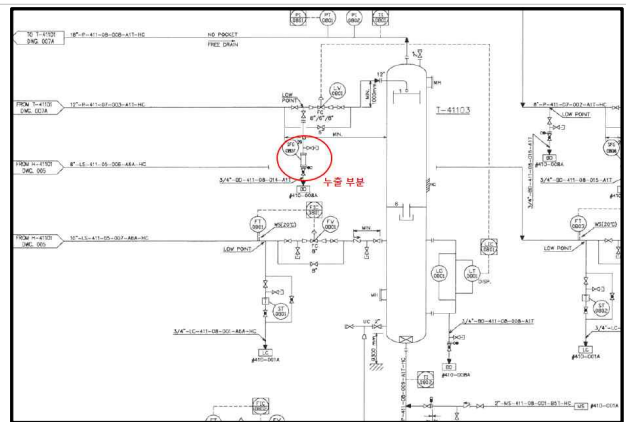


그림-4. 등유 누출지점

화학공장 동파관련 사고사례

2 사고발생원인(추정)

- 가연물 : 원유 분리탑에서 등유 스트리퍼로 연결되는 배관에 설치된 동파된 투시경을 통해 누출된 등유(발화점 : 229 ℃)
 - 산소 : 대기 중의 공기
 - 점화원 : 등유 누출지점(투시경) 하부에 설치된 Super heated steam (0.39 MPa, 305 ℃) 배관 등의 고온부위
- ☞ 동파된 투시경을 통해 누출된 등유가 대기 중의 공기와 폭발분위기를 형성한 상태에서 스팀 배관의 고온 부위에 의해 점화되어 화재 발생



그림-5. 동파로 파손된 투시경



그림-6. 스팀 배관 온도측정
(사고복구 후 정상운전 시 측정 자료임)

3 동종사고 예방대책

- 드레인(Drain) 배관 차단밸브 상시 닫힘 상태 유지 및 Blind 이전설치
 - 드레인 배관에 부착된 차단밸브는 상시 완전히 닫힌 상태를 유지하여야 하며, 투시창 후단에 설치된 Blind는 투시창 전단으로 이전설치하여 수분 동결 등으로 인한 투시창 파손우려가 없도록 하여야 함.
- ※ 권장사항 : 드레인 작업시 내용물 확인을 위해 설치된 투시창에 대한 필요성을 재검토하여 제거하는 것 검토
- 동절기 드레인 배관 동결 예방관리
 - 동절기에 수분 등이 축적되어 동결 우려가 있는 드레인 배관은 주기적으로 점검을 실시하여 수분축적에 의한 동결 우려가 없도록 관리하여야 함.

화학공장 동파관련 사고사례

저장탱크 이송배관 파손에 의한 벤젠 누출사고

< 사고개요 >

2018년 1월 충남 소재 ○○○○사업장의 D-BTX 공장에서 저장탱크로 이송하는 벤젠 배관(6인치, 300m 구간)이 결빙 등의 원인에 의해 파손되어 벤젠이 누출된 사고임



그림-1. 파손된 배관



그림-2. 방재작업(오염된 자갈 회수)

1

사고발생물질

물질명	CAS No.	인화점	발화점	어는점	독성기준	증기압
벤젠	71-48-2	-11℃	498℃	5.5℃	(경구)LD ₅₀ 2,000 mg/kg (경피)LD ₅₀ 9.4 mg/kg (흡입)LC ₅₀ 43.8mg/l(4hr)	94.8mmHg (25℃)

2

사고발생원인

- 배관(6 “)내 벤젠 동결(어는점: 5.5℃) 시 부피팽창으로 배관 파손(추정)
 - 사고발생 배관은 OS배관 설치(2007년) 이후 설비 유지·관리가 이루어지지 않음
 - 배관에 설치된 스팀트레이싱(Steam tracing)이 노후화 등으로 정상 작동되지 않았을 가능성이 있음
- ※ 사고발생 이전 일주일 간 OO지역 기온은 영하 10.5℃ 이하로 관측되는 등 강추위가 지속됨

3

동종사고 예방대책

- 설비·유지관리 대상에 ‘동결위험이 있는 배관’을 포함하여 관리
- 배관의 보온조치(스팀 트레이싱 등)에 대한 지속적인 유지관리 실시

화학공장 동파관련 사고사례

수소배관에서 수소 누출에 의한 화재사고

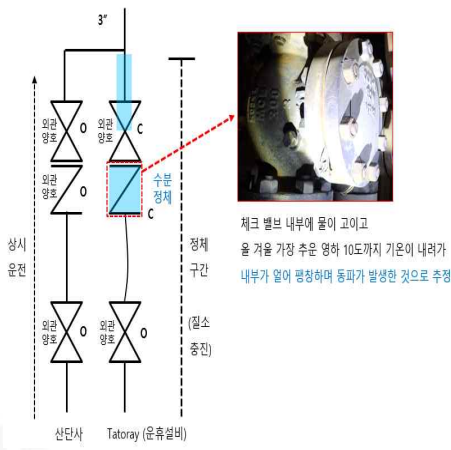
< 사고개요 >

2020년 1월 전남 소재 ○○○○사업장의 방향족생산1팀 ISOMAR(109) 공정* 파이프랙의 3" 수소배관에서 화재가 발생한 사고임.

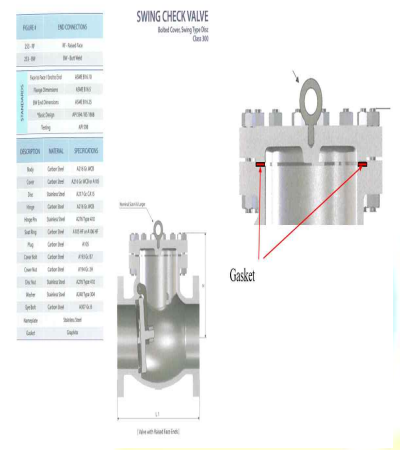
* Isomar(109)공정 : Raffinate를 촉매를 이용하여 p-Xylene 및 벤젠으로 전환시켜 주는 공정.



[사고현장]



[사고개략도]



[체크밸브 구조]

1 사고발생물질

○ (사고발생물질) 수소

물질명(CAS No.)	폭발한계(%)	발화점(°C)	증기밀도	최소점화에너지(mJ)
수소(1333-74-0)	4~75	500~571	0.07	0.018

2 사고발생원인

○ 3" Tatoray 배관 손상

- 수소 중 포함된 수분이 운휴설비인 Tatoray 체크밸브에 유입되어 동파가 발생. 동결로 인한 부피팽창으로 체크밸브 본네프부에 부풀음이 발생하여 이로 인한 수소누출 및 화재의 가능성이 가장 높은 것으로 추정

3 동종사고 예방대책

- 배관계의 사점(Dead point : Drain 배관 등)은 검토를 통하여 주기적인 배수(Drain) 주기를 설정하여 관리
- 운휴설비의 확실한 유체 흐름 차단을 위해 맹판 설치